

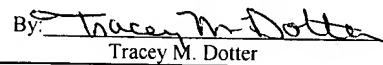


PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	MAKINEN et al.	Examiner:	Unassigned
Serial No.:	10/699,431	Group Art Unit:	2644
Filed:	October 30, 2003	Docket No.:	KOLS.062PA
Title:	<u>VARIABLE RATE SPEECH CODEC</u>		

CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.8: The undersigned hereby certifies that this correspondence and the papers, as described hereinabove, are being deposited in the United States Postal Service, as first class mail, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on February 23, 2004.

By: 
Tracey M. Dotter

SUBMISSION OF PRIORITY APPLICATION UNDER 35 U.S.C. § 119(b)(3)
and 37 C.F.R. § 1.55(a)(2)

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

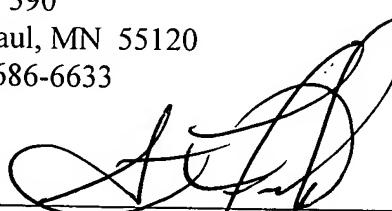
Dear Sir:

In accordance with 35 U.S.C. §119(b)(3) and 37 C.F.R. §1.55(a)(2), the Applicant hereby submits a certified copy of the foreign application, Finnish Application No. 20021936, filed on 31 October 2002, to which the instant application claims priority.

If there are any questions regarding this communication, please contact the undersigned attorney of record.

Respectfully submitted,

Crawford Maunu PLLC
1270 Northland Drive
Suite 390
St. Paul, MN 55120
651/686-6633

By: 
Steven R. Funk
Reg. No.: 37,830

Dated: February 22, 2004

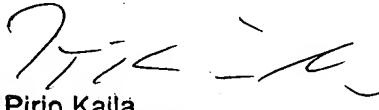
PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 1.10.2003

E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N THakija Nokia Corporation
Applicant HelsinkiPatentihakemus nro 20021936
Patent application noTekemispäivä 31.10.2002
Filing dateKansainvälinen luokka G10L
International classKeksinnön nimitys
Title of invention**"Vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki"**

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.



Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 50 EUR
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki

Keksinnön ala

Nyt esillä oleva keksintö liittyy puhekoodaukseen, erityisesti vaihtuvanopeuksisen puhekoodauksen suorittamiseen.

5 Keksinnön tausta

Langattomassa digitaalisessa tiedonsiirrossa analoginen puheinformaatio tulee ennen lähetystä koodata digitaaliseen muotoon ja sen jälkeen varmentaa kanavakoodauksella, jotta voidaan varmistaa riittävän hyvä äänen laatu signaalia vastaanotettaessa. Esimerkiksi GSM-järjestelmässä on ollut käytössä kaksi täydennopeuden puhekoodekkia ja yksi puolennopeuden puhekoodekki. Täydennopeuden puhekoodekkien ulostulobittinopeudet ovat joko 13 tai 12,2 kbit/s, kun taas puolennopeuden puhekoodekki tuottaa 5,6 kbit/s ulostulonopeuden. Nämä koodattuja puheparametreja kuvaavat ulostulobitit syötetään kanavakooderille. Perinteiset GSM-koodekit toimivat kiinteällä jaolla puhe- ja kanavakoodauksen bittinopeuksien välillä, riippumatta kanavan laatu-
10 tasosta. Tämä halutun puheen laadun ja toisaalta järjestelmän kapasiteetin optimoinnin suhteen melko joustamaton lähestymistapa on johtanut AMR-koodekin (Adaptive Multi-Rate) kehittämiseen.

AMR-koodekki sovittaa puhe- ja kanavakoodauksen bittinopeuksien 20 jaon kanavan laadun suhteen, jotta varmistettaisiin paras mahdollinen puheen laatu kokonaisuudessaan. AMR-koodekista on kehitetty ensin erityisesti GSM-järjestelmään sopiva kapeakaistainen koodekki (AMR-NB, Narrowband) ja myöhemmin erityisesti, muttei yksinomaan kolmannen sukupolven matkavestinjärjestelmiin sopiva laajakaistainen koodekki (AMR-WB, Wideband). AMR-puhekooderi on moninopeuksinen integroitu puhekoodekki, jonka kapeakaistaisessa versiossa AMR-NB on audionäytteille kahdeksan bittinopeutta välillä 4.75 – 12.2 kbit/s ja matalanopeuksinen taustakohinan koodausmoodi (DTX), ja vastaavasti laajakaistaisessa versiossa AMR-WB on audionäytteille yhdeksän bittinopeutta välillä 6.6 – 23.85 kbit/s sekä myös matalanopeuksinen taustakohinan koodausmoodi.

Kapeakaistaista koodekkia AMR-NB käyttävien päätelaitteiden, kuten GSM-matkaviestimien, tulee tukea kaikkia kahdeksaa bittinopeutta eli koodekkimoodia. Jokaisen solun tukiasema tukee kuitenkin vain osaa näistä koodekkimodeista eli ns. aktiivista koodekkimoodijoukkoa, joka voi siis vaihdella solusta toiseen siirryttääessä. Vastaavasti myös laajakaistaista koodekkia AMR-

WB käyttävien päätelaitteiden tulee tukea kaikkia yhdeksää koodekkimoodia, mutta tukiasemat tukevat vain osaa näistä.

AMR-koodekkia käyttävissä järjestelmissä käytettävä koodekkimoodi valitaan siis siten, että pyritään optimoimaan kanavanlaatua. Tunnetaan 5 myös järjestelmiä, kuten IS-95-järjestelmä, joissa käytettävä puhekoodekkimoodi valitaan kaikista moodeista puheenlaatutiedon perusteella. Puheenlaatua arvioidaan jatkuvasti puhelun aikana tiettyjen parametriarvojen avulla, ja jos parametriarvot ylittävät ennalta määritetyt raja-arvot, vaihdetaan koodekkimoodia moodinvalinta-algoritmin mukaisesti. Tällaisella puheenlaatutietoon 10 perustuvalla koodekkimoodin valinnalla pystytäisiin myös AMR-koodekissa saavuttamaan ainakin joissakin tilanteissa vielä nykyistä tehokkaampi puheen kompressio.

Tällöin ongelmaksi muodostuu edellä kuvattu aktiivisten koodekkimoodien vaihtuminen, esimerkiksi siirryttääessä solusta toiseen tai johtuen 15 sulkohoidosta koodekkimoodijoukon vaihtumisesta. Päätelaitteen moodinvalinta-algoritmi saattaa ohjata käytettäväksi koodekkimoodia, jota kyseisen solun tukiasema ei tue. Tämä johtaa joko puheen laadun heikkenemiseen tai interfeensiin päätelaitteiden välillä, kun päätelaitteiden bittinopeus säilyy liian suurenna. Näin ollen koko järjestelmän laajuisen moodinvalinta-algoritmin käytäminen 20 on tällaisessa tilanteessa mahdotonta.

Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on saada aikaan parannettu menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto ainakin joidenkin yllä mainittujen ongelmien 25 välttämiseksi. Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä ja laitteistolla, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä vaatimuksissa.

Keksinnön edulliset suoritusmuodot on kuvattu epäitsenäisissä vaatimuksissa.

Keksintö perustuu ajatukselle, jonka mukaan puhekoodekissa, joka 30 käsitteää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, suoritetaan vaihtuvanopeuksinen puhekoodaus siten, että tietoliikenneverkosta vastaanotetaan tieto tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta, johon vasteenä ne puhekoodekin tukemat puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, aktivoidaan. 35 Tämän jälkeen puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit koodataan mainituilla aktivoiduilla puhekoodekkimodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille pu-

hekehyksille sovitetaan olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekki-moodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

Näin moodinvalinta-algoritmissa edullisesti huomioidaan kulloinkin

- 5 käytössä olevat, verkon tukemat koodekkimoodit, jolloin koodekkimoodin valinnassa haetaan optimaalista sovitusta siten, että verkon asettamaa kanavan keskimääräistä bittinopeutta ei ylitetä ja samanaikaisesti pyritään minimoimaan puhekoodauksen bittinopeus. Tällä saavutetaan se etu, että varmistetaan puhekoodekin käyttöön sellainen koodekkimoodi, jota kyseisen solun tukiasema
- 10 tukee ja samalla kasvatetaan verkon kapasiteettia ja pienennetään keskimääräistä lähetystehoa edelleen kuitenkin säilyttäen riittävä puheen laatu dekoodattulle puhesignaalille.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot ovat adaptiivisia siten, että vasteena sille, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet ja/tai aktiivinen koodekkimoodijoukko muuttuvat, puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot sovitetaan vastaamaan uusia tietoliikenneverkon kanavaolosuhteita ja/tai aktiivista koodekkimoodijoukkoa. Täten eksinnön mukaisessa menettelyssä otetaan edullisesti huomioon aktiivisen 20 koodekkimoodin muuttuminen esimerkiksi siirryttäässä solusta toiseen tai johdetaan solukohtaisesta koodekkimoodijoukon vaihtumisesta.

Edelleen eksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus sovitetaan edullisesti tietoliikenneverkon 25 liikenekanavalla kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen. Puhekoodauksen minimoidusta bittinopeudesta seuraa liikenekanavan keskimääräisen bittinopeuden aleneminen, mistä on erityisesti hyötyä CDMA-pohjisissa järjestelmissä.

Keksinnön eräänä aspektina esitetään vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka puhekoodekki on järjestetty vastaanottamaan tietoliikenneverkosta tiedon tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta ja aktivoimaan ne puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa. Puhekoodekki on lisäksi järjestetty koodaamaan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoituilla pu-

hekoodekkimoodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehysille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

5 Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodekki käsittää väliset puhekoodekkimoodin määrittämiseksi puhekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että määritetään olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi, joka samalla olennaisesti minimoi koodauksen residuaalivirhetason, ja väliset puhekoodekkimoodin valitsemiseksi puhekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikennekanavalla kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.

10 15 Keksinnön mukainen puhekoodekki on edullisimmin toteutettavissa tietokoneohjelmana, joka käsittää ohjelmalliset koodit edellä mainittujen toiminnallisuksien suorittamiseksi, kun tietokoneohjelma on ladattu prosessoriin suoritusta varten.

20 25 Edellä mainittujen etujen lisäksi eksinnön mukaisella menettelyllä saavutaan muitakin etuja. Eräänä etuna on, että puhekoodauksen sovitusalgoritmi voidaan toteuttaa hyvin yksinkertaisena, koska sovitusalgoritmin toiminta perustuu puhekooderin muodostamiin, valmiiksi laskettuihin parametriarvoihin. Tällöin koodausprosessin mõnimutkaisuus ei edullisesti merkittävästi kasva ja toisaalta koodekkimoodin valinta pystytään edullisesti suorittamaan tarkemman arvion perusteella. Edelleen etuna on, että myöskään koodausprosessin tarvitsemien muistin määrä ei edullisesti kasva.

Kuvioiden ja liitteiden lyhyt selostus

20 Keksintöä kuvataan seuraavaksi tarkemmin sen edullisten suoritusmuotojen yhteydessä viittaamalla oheisiin piirroksiin ja liitteisiin, joissa kuvio 1 esittää olennaisilta osin radiojärjestelmää, jossa käytetään eksinnön mukaista puhekoodausta;

25 kuvio 2 havainnollistaa lohkokaaviona eksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista kooderin toiminnallista rakennetta;

30 kuvio 3 esittää erään esimerkin puhekoodauksen sovituksesta satunnaisesti valitulle puhejaksolle;

liite 1 esittää taulukonomaisesti laajakaistaisen puhekoodekin AMR-WB eri koodekkimoodien bittiallokaatiota; ja

liite 2 esittää ohjelmallisen pseudokoodin yksinkertaistetusta puhekoodeksen sovitusalgoritmista.

5 Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksintöä kuvataan seuraavaksi yksityiskohtaisemmin käyttäen 3GPP-järjestelmää eli ns. UMTS-järjestelmää keksinnön suoritusmuotojen edullisena sovelluskohteena. Keksintöä ei kuitenkaan ole rajoitettu vain 3GPP-järjestelmään, vaan sitä voidaan hyödyntää missä tahansa vastaavassa järjestelmässä, jossa puhekoodekissa käytettävää bittinopeutta pyritään optimoimaan puheenlaadun suhteen. Näin ollen keksinnön perusajatusta voidaan soveltaa esimerkiksi GSM/EDGE-järjestelmiin, joissa myös tuetaan laajakaistaisista AMR-koodekkia.

Kuviossa 1 esitetään yksinkertaistettu esimerkki radiojärjestelmästä, jonka eräissä osissa sovelletaan keksinnön mukaista menettelyä. Esitetyt solukkoradiojärjestelmä käsittää tukiasemaohjaimen 120, tukiasemia 110 ja joukon tilaajapäätelaitteita 100, 101. Tukiasemat 110 ja tilaajapäätelaitteet 100, 101 toimivat lähetin-vastaanottimina solukkoradiojärjestelmässä. Tilaajapäätelaitteet muodostavat yhteyden toisiinsa signaaleilla, jotka kulkevat tukiaseman 110 kautta. Tilaajapäätelaitte 100 voi olla esimerkiksi matkaviestin, joka käsittää keksinnön mukaisen puhekoodekin. Tukiasemaohjaimen 120 kanssa toiminnalliseen yhteyteen on järjestetty transkooderiyksikkö 130, joka puolestaan käsittää verkonpuoleisen puhekoodekin. Kuviossa 1 esitetty radiojärjestelmä voi olla esimerkiksi 3GPP (UMTS)-järjestelmä ja radiojärjestelmässä voidaan käyttää esimerkiksi WCDMA-monipääsymenetelmää (Wideband Code Division Multiple Access). Nämä radiojärjestelmät käsittävät mainittujen elementtien lisäksi lukuisia muita elementtejä, joiden selostaminen ei kuitenkaan tässä yhteydessä ole olennaista, koska kyseisten radiojärjestelmien rakenne on alan ammattimiehelle sinänsä tunnettua.

Laajakaistainen puhekoodekki AMR-WB on jatkokehitetty GSM-järjestelmään aiemmin kehitetyistä kapeakaistaisesta puhekoodekista AMR-NB. Sekä laajakaistainen että kapeakaistainen AMR-koodekki on järjestetty sovittamaan virheenkorjaustason radiokanava- ja liikenneolosuhteisiin siten, että ne pyrkivät aina valitsemaan optimaalisen kanavan ja koodekkimoodin (puhe- ja kanavabittinopeudet) parhaimman mahdollisen puheen laadun saavuttamiseksi.

AMR-puhekoodekki koostuu moninopeuksisesta puhekooderista, lähdeohjatusta nopeuskaaviosta, joka käsitteää puheaktiivisuuden ilmaisun (VAD, Voice Activity Detection) ja taustakohinan generointijärjestelmän (DTX, Discontinuous Transmission), sekä virheenkorjausmekanismin, jolla pyritään 5 estämään siirtotien virheiden välittymisen vastaanottajalle. Moninopeuksinen puhekoodekki on integroitu puhekoodekki, jonka kapeakaistainen versio AMR-NB käsitteää kahdeksan puhekoodekkia bittinopeuksilla 12.2, 10.2, 7.95, 7.4, 6.7, 5.9, 5.15 ja 4.75 kbit/s. Laajakaistainen puhekoodekki AMR-WB puolestaan käsitteää yhdeksän puhekoodekkia, joiden bittinopeudet ovat 23.85, 23.05, 10 19.85, 18.25, 15.85, 14.25, 12.65, 8.85 ja 6.60 kbit/s.

Puhekoodekit syöttävät koodattuja puheparametreja kanavakoodeille, jossa suoritetaan joukko peräkkäisiä toimenpiteitä, kuten bittien uudelleenjärjestäminen, CRC-arvon (Cyclic Redundancy Check) laskeminen osalle 15 biteistä, konvoluutiokoodaus ja punkturointi. Punkturointia lukuunottamatta näiden toimenpiteiden tehtävänä on lisätä redundanssia informaatiosekvenssiin. Koodaus suoritetaan yleensä määritellylle määrelle sisääntulobittejä. Suurempi koodauksen hyöty suurehtuu kasvattamalla koodauksen kompleksisuutta. Lähetysviiveet ja rajoitetut laiteresurssit kuitenkin rajoittavat reaalialaikaisissa sovelluksissa käytettävissä olevaa kompleksisuutta.

20 GSM/EDGE-järjestelmän AMR-koodekeissa käytetään dynaamista jakoa puhe- ja kanavakoodauksien bittinopeuksien välillä siten, että koodekin ulostulobittinopeus kanavakoodauksen jälkeen vastaa aina käytettävän liiken-nekanavan standardinopeutta. Näin voidaan hyödyntää sitä tosiasiaa, että kanavakoodauksen aikaansaama suojaus riippuu suuresti kanavan laatutasosta. 25 Kun kanavaolosuhteet ovat hyvät, voidaan käyttää alhaisempaa kanavakoodauksen bittinopeutta, mikä puolestaan mahdollistaa suuremman bittinopeuden käytön puhekoodekissa.

30 3GPP- (UMTS-) järjestelmässä radiorajapinnalla käytettävässä WCDMA-järjestelmässä kanavakoodauksen bittinopeus on tyypillisesti vakio koko puhelun ajan eikä sitä voida muuttaa yhtä nopeasti kuin AMR-puhekoodeksen nopeutta. Tästä syystä puhekoodekin bittinopeuden alentaminen alentaa myös liiken-nekanavan kokonaisbittinopeutta ja näin ollen puhekoodekin moodin adaptatiota voidaan käyttää järjestelmän kapasiteetin lisäämiseen.

35 AMR-koodekkien puhekoodeksen toiminta perustuu ACELP-menetelmään (Algebraic Codebook Excited Linear Prediction). Laajakaistainen

koodekki AMR-WB näytteistää puhetta 16 kHz:n taajuudella, jonka jälkeen esikäsitelty puhesignaali alinäytteistetään koodekin toimintataajuudelle 12,8 kHz.

Tämä mahdollistaa siten 6,4 kHz:n kaistanleveyden dekoodatulle puhesignaalle, mutta suurimmalla bittinopeudella 23.85 kbit/s toimiva koodekkimoodi käsi

5 sittää myös puhesignaalin jälkikäsittelytoimintoja, joiden avulla puhesignaalle voidaan määrittää ylemmän taajuuskaistan (6,4 – 7 kHz) väritetty satunnaiskohinakomponentti, joka kasvattaa käytettävän kaistanleveyden 7 kHz:iin. Puhekooderin ulostulobittivirta koostuu siten koodatuista puheparametreista, jotka ovat tyyppilisiä ACELP-kooderin parametreja. Näitä ovat

10 - spektrin sisältöä kuvaavat ja suodattimien lyhytkestoisia kertoimia määrittävät LPC-parametrit (Linear Predictive Coding), jotka on kvantisoitu ISP-tasossa (Immitance Spectral Pair);

- puheen jaksollista rakennetta kuvaavat LTP-parametrit (Long Term Prediction);

15 - lineaaristen ennusteiden jälkeinen ACELP-herätesignaali (excitation);

- signaalin vahvistus;

- laajennetun ylemmän taajuuskaistan vahvistusparametri (käytetään vain suurimman bittinopeuden koodekissa).

20 Nämä puheparametrit välitetään kanavakoodattuina dekooderille, joka purkaa kanavakoodauksen ja dekoodaa puheparametrit, muodostaa näin vastaanottimessa toistettavan audiosignaalin. Koodattujen puheparametrien mukana dekooderille välitetään myös tieto kulloinkin käytettävästä koodekkimoodista, koska LPC- ja LTP-parametrien sekä signaalin vahvistukseen 25 dekoodaus riippuu käytettävästä koodekkimoodista. Lisäksi välitetään puheaktiivisuuden ilmaisun (VAD) määrittelevä tieto, jonka avulla voidaan parantaa virheenkätkentämekanismin toimintaa dekooderissa.

Liitteen 1 mukaisessa taulukossa kuvataan laajakaistaisen puhekoodekin AMR-WB eri koodekkimoodien bittiallokaatiota edellä mainittujen parametrien suhteeseen yhdelle 20 ms:n puhekehyselle. Koodausta varten 20 ms:n puhekehys jaetaan neljäksi 5 ms:n alikehykseksi. Tärkeimmiksi eli luokan A puheparametreiksi on määritelty LPC- ja LTP-parametrit sekä signaalin vahvistus. Liitteen 1 taulukosta voidaan nähdä, että näiden parametrien bittien lukumääät ovat samat kaikissa koodekkimodeissa lukuun ottamatta kahta alhaisimman bittinopeuden (6.6 ja 8.85 kbit/s) koodekkimoodia. Täten ylempien koodekkimoodien (12.65 – 23.85) osalta koko puhekehysen bittien lukumää-

Moodi	Käyttö perustuen alhaisimpaan virnetasoon
6,6 Kbit/s	3 %
8,85 Kbit/s	2 %
12,65 Kbit/s	5 %
14,25 Kbit/s	7 %
15,85 Kbit/s	10 %
18,25 Kbit/s	18 %
19,85 Kbit/s	23 %
23.05/23.85 Kbit/s	34 %
	100 %

Taulukko 1.

Vaikka testissä käytettävä minuutin mittainen puhejakso onkin valit-

- 5 tu täysin satunnaisesti, voidaan taulukosta 1 olennaisesti nähdä, että myös alhaisimman bittinopeuden koodekkimoodeilla saavutetaan paras koodaustulos ainakin muutamalle prosentille puhekehysistä. Lisäksi taulukosta 1 on nähtävissä selkeä trendi sillä, että mitä suurempi bittinopeus on käytössä, sitä suurempi on myös prosentuaalinen osuus parhaimman koodaustuloksen
- 10 omaavista puhekehysistä kuitenkin niin, että suurimmankin bittinopeuden koodekkimoodin osuus on olennaisesti vain kolmannes. Toisaalta voidaan myös osoittaa, että koodekkimoodeissa käytettävä bittinopeus ja siitä seuraava lineaaristen ennusteiden jälkeisen herätesignaalin suhteellisten koodausvirheiden määrä korreloi vahvasti dekoodatun puheenlaadun kanssa. Erityisesti
- 15 vaimenevien puhejaksojen aikana voidaan osoittaa kahden alhaisimman bittinopeuden (6.6 ja 8.85 kbit/s) koodekkimoodin riittämätön suorituskyky puheen laadukkaaseen koodaukseen.

Näitä havaintoja on hyödynnetty keksinnön mukaisessa puhekoodikissa, jonka toimintaa selostetaan seuraavassa viitaten kuvion 2 mukaiseen lohkokaavioon. Kuviossa 2 kuvataan laajakaistaisen puhekooden AMR-WB toiminnallista rakennetta, jossa puhekooden sisääntuleva puhe viedään ensin puheaktiivisuuden tunnistuslokhkoon (VAD) 200. Tässä lohkossa sisääntulevasta signaalista erotetaan VAD-algoritmin avulla kehykset, jotka käsittävät puhekomponentteja niistä kehysistä, jotka käsittävät ainoastaan kohinaa. Puhekomponentteja käsittäville kehysille suoritetaan alustava VAD-parametrisointi, kun taas vain kohinaa käsittävät kehykset ohjataan puhekooderin ohi DTX-lohkolle (Discontinuous Transmission) 202, joka koodaa kohinaa käsittävät kehykset alhaisella bittinopeudella (1.75 kbit/s).

Puhekomponentteja käsittevät puhekehyykset viedään puhekooderille 204, joka käsitteää sinänsä tunnetut toiminnallisuudet LPC-parametrien (lohko 206), LTP-parametrien (lohko 208) ja signaalin vahvistusta kuvaavien parametrien (lohko 210) laskemiseen. Lisäksi koodekki käsitteää puhekoodauksen 5 sovitusalgoritmin 212, joka määrittää sopivimman puhekoodekkimoodin tarvittaessa jokaiselle puhekehyselle erikseen pyrkien hakemaan mahdollisimman alhaisen bittinopeuden koodekkimoodin kuitenkin siten, että puheenlaatu ei olennaisesti huonone. Edelleen koodekki käsitteää nopeudenmääritysalgoritmin 10 214, joka valitsee lopullisesti käytettävän koodekkimoodin perustuen toisaalta puhekoodauksen sovitusalgoritmin ehdottamaan koodekkimoodiin ja toisaalta verkon asettamaan kanavan keskimääräiseen bittinopeuteen, joiden välillä nopeudenmääritysalgoritmi hakee optimaalista sovitusta siten, että verkon asettamaa kanavan keskimääräistä bittinopeutta ei ylitetä ja samanaikaisesti pyritään minimoimaan puhekoodauksen bittinopeus.

15 Näin kasvatetaan verkon kapasiteettia ja pienennetään keskimääräistä lähetystehoa samalla kuitenkin säilyttäen riittävä puheen laatu dekoodattulle puhesignaalille. Puhekoodauksen minimoidusta bittinopeudesta seuraa liikennekanavan keskimääräisen bittinopeuden aleneminen, mistä on erityisesti hyötyä CDMA-pohjisissa järjestelmissä.

20 Puhekoodauksen sovitusalgoritmin 212 toiminta perustuu puhekooderin 204 muodostamiin, valmiiksi laskettuihin parametriarvoihin, minkä ansiosta sovitusalgoritmi voidaan toteuttaa hyvin yksinkertaisena, mikä ei edullisesti aiheuta merkittävää lisäystä koodausprosessin monimutkaisuuteen. Sovitusalgoritmin 25 toiminta perustuu pääasiassa informaatioon, joka on saatavissa laskettuina parametriarvoina edellä kuvatuista VAD-, LPC- ja LTP-prosesseista. Näin ollen myöskään koodausprosessin tarvitseman muistin määrä ei edullisesti kasva.

30 Puhekoodauksen sovitusalgoritmi käsitteää kaksi erillistä toimintorutiinia, alhaisen moodin valinta 216 ja ylemmän moodin säätö 218. Ensimmäinen toimintorutiini, alhaisen moodin valinta 216, suoritetaan puhekoodekin toiminnallisessa rakenteessa VAD-prosessin 200 jälkeen, mutta ennen LPC-parametrien laskentaa 206. Näin ollen alhaisen moodin valinnassa hyödynnetään lähinnä puhekehysten VAD-parametrisoinnin tuloksia. Alhaisen moodin valinta-algoritmin tarkoituksena on tunnistaa sellaiset puhekehyykset, joissa voitaisiin käyttää alhaisen bittinopeuden, joko 6.6 tai 8.85 kbit/s, koodekkimoodia ilman, että puheenlaatu kärsii alhaisesta koodausresoluutiosta. Koska

näiden molempien moodien LPC- ja LTP-parametreille käytetään, liitteen 1 mukaisesti, ylemmistä koodekkimodeista poikkeavaa esitysmuotoa, on näiden moodien mahdollisesta käytöstä tehtävä päätös ennen kuin puhekehysille aletaan määrittää LPC- ja LTP-parametreja. VAD-prosessoinnin tuloksena

5 saadaan puhekehysiä tai niiden muodostamia jaksoja, joista voidaan määrittää puheessa käytetty taajuuskaista ja energia. Mikäli löytyy puhekehysiä tai niiden muodostamia jaksoja, joissa puheessa käytetty energia on erittäin pieni, voidaan tällaiset puhekehyset koodata edullisesti alhaisimmalla bittinopeudella 6.6 kbit/s. Jos taas löytyy puhekehysiä, joissa puheessa käytetty energia

10 on suhteellisen pieni ja käytetyt taajuudet hyvin matalia, voidaan tällaiset puhekehyset koodata hyvin tuloksin bittinopeudella 8.85 kbit/s. Koodekkimoodin valinnassa käytettävät kriteerit ja raja-arvot, esimerkiksi puheen energian suhteen, voidaan edullisesti määrittää puhekoodauksen sovitusalgoritmiin adaptiivisesti siten, että raja-arvojen määritysessä huomioidaan kanavan keskimääriäinen bittinopeus. Sellaiset puhekehyset, jotka eivät sovi alhaisen moodin valinnan kriteereihin, tulee koodata jollakin ylemmän bittinopeuden koodekilla, jolloin puhekoodauksen sovitusalgoritmista siirtyää ylemmän moodin säättöön 218.

Ylemmän moodin säädössä pyritään valitsemaan puhekehysille tai

20 niiden muodostamalle jaksolle ylempien koodekkimoodien (12.65 – 23.85 kbit/s) joukosta mahdollisimman alhaisen bittinopeuden koodekkimoodi ilman, että puheenlaatu heikkenee. Myös ylemmän moodin säädössä koodekkimoodin valinta perustuu ennen kaikkea puheessa käytetyn taajuuskaistan ja energian analysoimiseen. Tämän lisäksi moodin valinnassa hyödynnetään puhekoodeissa laskettuja LTP-parametreja ja signaalin vahvistusparametreja. Tällöin myös koodekkimoodin valinta pystytään edullisesti suorittamaan tarkemman arvion perusteella, koska koodekkimoodin valinnassa voidaan hyödyntää myös puhekoodauksen aikaista informaatiota puhekehystä.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodauksen sovitusalgoritmi luokittelee koodattavat puhesekvenssit puheen ominaisuuksien mukaisesti useaan eri luokkaan, joiden perusteella sopivan koodekkimoodin valinta suoritetaan. Puhesekvenssien luokkien määritysessä voidaan käyttää puhekehystä analysoitua tietoa, kuten spektrisisältöä, eri parametrien vahvistuksia, puhe-signaalin nollanylitystaajuutta ja sen keskihajontaa, peräkkäisten puhekehysten keskinäistä korrelatiota, jne. Luokat voivat olla esimerkiksi matalaenerginen sekvenssi, vaimeneva sekvenssi, soinnillinen

puhesekvenssi ja soinniton puhesekvenssi. Tällöin esimerkiksi matalaenerginen sekvenssi voidaan koodata alhaisen bittinopeuden koodekkimoodilla ilman, että puheenlaatu huononee. Toisaalta esimerkiksi vaimenevan sekvenssin puheenlaatu huononee hyvin nopeasti, jos käytetään alhaisen bittinopeuden koodekkimoodia, joten vaimenevalle sekvenssille tulee käyttää jotakin ylempää koodekkimoodia. Soinnillisten ja soinnittomien puhesekvenssien koodaaminen riippuu taas olennaisesti puheessa käytetyistä taajuuksista. Esimerkiksi matalalla taajuudella olevat soinnilliset sekvenssit voidaan koodata hyvin tuloksin alhaisellakin bittinopeudella, kun taas kohinaa muistuttavat soinnitmat sekvenssit edellyttävät suurta bittinopeutta. Alan ammattimiehelle on selvää, että puhesekvenssien ominaisuuksia voidaan luokitella myös monien muiden kriteerien perusteella ja muodostettavat luokat voivat täten poiketa edellä mainituista.

Kuten edellä on selostettu, AMR-koodekkia käyttävässä matkaviestimessä tulee olla käytössä kaikki koodekkimoodit. Verkko voi kuitenkin tukea mitä tahansa niiden yhdistelmää. AMR:ää käytettäessä koodekkimoodin valinta suoritetaan aktiivisesta koodekkimoodijoukosta (ACS, Active Codec Set), joka joukko voi käsittää 1 – 4 AMR-koodekkimoodia. Tämä joukko voidaan määrittää uudelleen puhelunmuodostusvaiheessa, handover-tilanteessa tai RATSCCH-signaloinnin avulla. Aktiivinen koodekkimoodijoukko voi siis vaihtua siirryttäessä solusta toiseen. Edelleen verkko-operaattori saattaa esimerkiksi asettaa tiettyjen solujen aktiivisen koodekkimoodijoukon ruuhka-aikoina sellaiseksi, että käytössä on ainoastaan alemman bittinopeuden koodekkimoodeja, mikä kasvattaa radioverkon kapasiteettia. Vastaavasti aktiivinen koodekkimoodijoukko voidaan muuttaa ruuhka-aikojen ulkopuolella sellaiseksi, että samoisissa soluissa tuetaan myös suuremman bittinopeuden koodekkimoodeja. Lisäksi on huomattava, että mikäli piirikytentäisellä puheluyhteydellä käytetään tandem-koodauksen estoa (TFO, Tandem-Free Operation) tai transkooderitonta yhteyttä (TrFO, Transcoder-Free Operation), on puheluyhteyden molempien päiden verkkosetukset aktiivisen koodekkimoodijoukon suhteeseen otettava huomioon.

Nämä verkon asettamat rajoitukset käytössä olevista koodekkimoodeista on luonnollisesti otettava huomioon myös puhekoodauksen sovitusalgoritmissa 212 ja erityisesti nopeudenmääritysalgoritmissa 214. Matkaviestimen puhekoodekille välitetään verkosta tieto tukiaseman kulloinkin tukemasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta. Lisäksi verkosta välitetään nopeudenmääri-

tysalgoritmile 214 liikenekanavan laatua kuvaava keskimääräinen bittinopeus kanavalla, jonka suhteen nopeudenmääritysalgoritmi pyrkii valitsemaan sopivan puhekoodekkimoodin käyttöön, ottaen huomioon sovitusalgoritmin määritätäät sopivimmat koodekkimoodit. Koska aktiivinen koodekkimoodijoukko voi

5 muuttua myös puheluyhteyden aikana, tulee nopeudenmääritysalgoritmin olla adaptiivinen siten, että käytettävä koodekkimoodi valitaan muutoksen jälkeisestä uudesta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta. Lisäksi koska puheen tehotaso ja taustakohina vaihtelevat ajan funktiona, tulee myös nämä muutokset ottaa huomioon sovitettaessa koodekkimoodia kanavan keskimääräiseen bitti-

10 nopeuteen.

Liikenekanavan keskimääräinen bittinopeus voi myös muuttua ajan funktiona esimerkiksi silloin, kun päätelaitte liikkuu verkon alueella ruuhkaisemmalle kuuluvuusalalueelle. Tällöin verkko pyrkii sovittamaan kapasiteettia, minkä seurauksena liikenekanavan keskimääräinen bittinopeus tyypillisesti

15 laskee, jolloin myös puhekoodauksen bittinopeus tulee sovittaa liikenekanavan uuteen bittinopeuteen. Puhekoodauksen bittinopeuden laskemisesta seuraa usein alhaisimman saavutettavissa olevan residuaalivirhetason nouseminen, ts. kanavan keskimääräisen bittinopeuden laskemisesta seuraa tyypillisesti myös parhaan mahdollisen koodaustuloksen heikkeneminen. Täten lii-

20 kenekanavan keskimääräinen bittinopeus on dynaamisesti muuttuva suure, jonka kulloisenkin arvon suhteen koodaksen residuaalivirhetaso pyritään ollenaisesti minimoimaan. Vastaavasti taas alhaisin saavutettavissa oleva residuaalivirhetaso ohjaa koodekkimoodin valintaa. Näin ollen myös nopeudenmääritysalgoritmin koodekkimoodin valintaa ohjaavien kriteerien ja raja-arvojen

25 tulee myös olla adaptiivisia.

Puhekoodauksen sovitusalgoritmissa otetaan myös edullisesti huomioon kulloinkin käytössä oleva aktiivinen koodekkimoodijoukko siten, että molemissa toimintorutiineissa, alhaisen moodin valinnassa 216 ja ylemmän moodin säädössä 218, otetaan huomioon aktiivisessa koodekkimoodijoukossa

30 määritetyt kummankin toimintorutiinin piiriin kuuluvat koodekkimoodit. Näin ollen esimerkiksi alhaisen moodin valinnassa tarkistetaan ensin, kuuluuko aktiiviseen koodekkimoodijoukkoon jompikumpi alhaisimman bittinopeuden (6.6 tai 8.85 kbit/s) koodekkimoodeista. Jos kumpaakaan näistä koodekkimoodeista ei ole määritelty aktiiviseen koodekkimoodijoukkoon, sovitusalgoritmi jättää

35 alhaisen moodin valinnan toimintorutiinin suorittamatta ja siirtyy suoraan ylemmän moodin säätöön. Vastaavasti taas, jos aktiiviseen koodekkimoodi-

joukkoon ei ole määritelty yhtään tai vain yksi ylemmän bittinopeuden (12.65 – 23.85 kbit/s) koodekkimoodi, jätetään ylemmän moodin säädön toimintorutiini suorittamatta. Näin tapahtuu luonnollisesti myös silloin, kun alhaisen moodin valinnassa on jo valittu jompi kumpi alhaisen bittinopeuden (6.6 tai 8.85 kbit/s)

5 koodekkimoodeista.

Kuviossa 3 nähdään eräs esimerkki puhekoodauksen sovituksesta tilanteessa, jossa aktiivinen koodekkimoodijoukko käsittää kolme koodekkimoodia, 6.6, 12.65 ja 23.05 kbit/s. Kuviossa 3 esitetään ajan funktiona puhejakson "palannut" energia sekä puhejakson koodaamiseen käytetyt koodekkimoodit. Kuten kuviosta 3 nähdään, puhejakson alussa koodekkimoodit vaihtelevat 23.05 ja 12.65 kbit/s välillä. Puhejakson loppu käsittää pitkän matala-energisen puhesignaalin, jonka koodaaminen alhaisen bittinopeuden (6.6 kbit/s) koodekkimoodilla saa aikaan huomattavasti pienemmän keskimääräisen bittinopeuden verrattuna tunnetun tekniikan mukaiseen puhekoodaukseen, 10 jossa koodekkimoodi valitaan kanavaolosuhteiden mukaisesti ja kuvion 3 mukainen puhejakso todennäköisesti koodattaisiin yhdellä koodekkimoodilla. DTX-moodin käyttäminen matalaenergisten puhesignaalien koodaamiseen ei 15 ole suotavaa, koska se aiheuttaa puhesignaalissa kuuluvia katkoja.

Kuviossa 3 esitetyn puhejakson pituus on vajaa sekunti. Kuten edellä on selostettu, voidaan jokainen 20 ms puhekehys tarvittaessa koodata eri koodekkimoodilla, joten pienetkin muutokset puhesignaalin tasossa voidaan ottaa huomioon koodekkimoodin valinnassa. Kaikkia aktiiviseen koodekkimoodijoukkoon kuuluvia koodekkimoodeja voidaan vaihdella ilman L3-tason signaointia, mikä mahdollistaa nopean siirtymisen moodien välillä puhesignaalin 20 muuttuessa.

Edellä kuvatut keksinnön mukaiset toimenpiteet liittyvät ainoastaan puheen koodausprosessiin, jossa toteutetaan sinänsä tunnetulla tavalla dekoodattavissa olevia vaiheita uudella tavalla. Näin ollen keksinnön mukaisella menettelyllä ei edullisesti ole mitään vaikutusta dekoderin toimintaan sinänsä, 30 vaan tunnetun tekniikan mukaisella AMR-dekoderilla voidaan edullisesti dekoodata edellä kuvatulla menettelyllä koodattu puhe.

On huomattava, että edellä esitetyn puhekoodekin ja siihen kuuluvien toiminnallisten vaiheiden, kuten puhekoodauksen sovitusalgoritmin ja nopeudenmääritysalgoritmin keksinnön mukaiset toiminnalliset elementit voidaan toteuttaa edullisesti ohjelmistona, kovo-ratkaisuna tai näiden kahden yhdistelmänä. Keksinnön mukainen puhekoodaus soveltuu erityisen hyvin toteutetta-

vaksi tietokoneohjelmistona, joka käsittää tietokoneen luettavassa muodossa olevat käskyt esimerkiksi digitaalisen signaalinkäsittelyprosessorin DSP ohjaamiseksi ja keksinnön toiminnallisten askelien suorittamiseksi. Puhekoodaus voidaan edullisesti toteuttaa tallennusvälineelle tallennettuna ohjelmistokoodina, joka voidaan suorittaa tietokoneen kaltaisella laitteella, kuten esimerkiksi henkilökohtaisella tietokoneella (PC) tai matkaviestimellä, puhekoodaustoiminnallisuksien aikaansaamiseksi kyseisellä laitteella. Edelleen keksinnön mukaiset puhekoodaustoiminnallisuudet voidaan ladata tietokoneen kaltaiseen laitteeseen ohjelmistopäivityksenä, jolloin keksinnön mukaiset toiminnallisuudet voidaan aikaansaada jo tunnetuissa laitteissa.

Liitteessä 2 esitetään yksinkertaistettu esimerkki puhekoodauksen sovitusalgoritmin toteutuksesta ohjelmallisen pseudokoodin avulla. Algoritmi toimii jokaiselle puhekehyselle. Algoritmin alussa määritellään aktiivinen koodekkimoodijoukko (active_speech_mode_set) ja siihen kuuluvat kolme erinopeuksista koodekkimoodia (low_mode, middle_mode, high_mode). Tässä yksinkertaistetussa esimerkissä ei havainnollisuuden vuoksi käytetä moodin valinnassa LPC- tai LTP-parametreja, vaan moodin valinta suoritetaan yksinkertaistetusti puheen tehotason ja taustakohinan sekä kiinteän koodikirjan vahvituksen avulla. Näiden parametrien perusteella määritellään tietty raja-arvot (low_gain_threshold, high_gain_threshold), joita edelleen hyödynnetään moodin valinnassa. Suurimman bittinopeuden koodekkimoodia (high_mode) käytetään vaimenevien, soinnittomien ja joidenkin soinnillisten puhejaksojen koodaamiseen. Alhaisimman bittinopeuden koodekkimoodia (low_mode) käytetään matalaenergisten puhejaksojen koodaamiseen. Ne puhejaksot, jotka eivät sovi edellä mainittuihin kriteereihin, koodataan keskimmäisellä koodekkimoodilla (middle_mode).

Alan ammattimiehelle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusidea voidaan toteuttaa lukuisilla tavoilla. Näin ollen keksintö ja sen suoritusmuodot eivät ole rajoittuneet edellä kuvattuihin esimerkkeihin, vaan ne voivat vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä vaihtuvanopeuksisen puhekoodauksen suorittamiseksi puhekoodekissa, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodimodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, jossa menetelmässä
 - 5 vastaanotetaan tietoliikenneverkosta tieto tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta;
 - 10 aktivoidaan ne puhekoodekin tukemat puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, t u n n e t t u siitä, että
 - 15 koodataan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoideilla puhekoodekkimodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehysille sovitaan olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekki-moodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että
 - 15 vasteena sille, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet, kapasiteetti ja/tai aktiivinen koodekkimoodijoukko muuttuvat, sovitaan puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot vastaamaan uusia tietoliikenneverkon kanavaolosuhteita, kapasiteettia ja/tai aktiivista koodekkimoodijoukkoa.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että
 - 25 sovitaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikenekanavalla kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.
4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että
 - 30 suoritetaan puhekehyselle ainakin osa puhekoodauksen aliprosesseista; ja
 - 35 sovitaan jokaiselle puhekehyselle puhekoodekkimoodi perustuen mainituista aliprosesseista saataviin parametriarvoihin.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, etä

puhekoodaus suoritetaan ACELP-koodauksena, jolloin mainitut ali-
prosessit käsittävät ainakin jonkin seuraavista:

5 - VAD-parametrisointiprosessi
- LPC-parametrisointiprosessi
- LTP-parametrisointiprosessi
- signaalin vahvistuksen parametrisointiprosessi.

10 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, etä

15 10 että suoritetaan puhekoodekkimoodin määritys kaksivaiheisesti siten, et-
 tä

15 15 sovitetaan puhekehyselle alhaisen bittinopeuden puhekoodekkimoodi vasteena sille, että VAD-parametrisointiprosessin tuloksena saatavat parametriarvot osoittavat puhekehyn käsittävän matalaenergistä puhesignaalia; ja

20 15 sovitetaan puhekehyselle suuremman bittinopeuden puhekoodekkimoodi perustuen useisiin mainituista parametriarvoista vasteena sille, että puhekehyselle ei sovitettu alhaisen bittinopeuden puhekoodekkimoodia.

20 20 7. Jonkin patenttivaatimuksen 4 - 6 mukainen menetelmä, tun-
 nettu siitä, etä

25 20 luokitellaan koodattavat puhekehyset useaan eri luokkaan perus-
 tuen puhekehysistä analysoituun informaatioon, joka käsittää ainakin jotakin seuraavista: puhekehyn spektri, puhekehysen eri parametrien vahvistukset, puhesignaalin nollanylitystaajuus; ja

25 25 sovitetaan puhekehyselle puhekoodekkimoodi perustuen puhekehyselle määritettyyn luokkaan.

30 25 8. Vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka puhekoodekki on järjestetty

35 30 vastaanottamaan tietoliikenneverkosta tiedon tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta;

35 35 aktivoimaan ne puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliiken-
 verkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, tunnettu siitä, että puhekoodekki on lisäksi järjestetty

5 koodaamaan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoiduilla puhekoodekkimodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehysille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioi-
den koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen puhekoodekki, tunnettu siitä, että puhekoodekki käsittää

10 väliset puhekoodekkimoodin määrittämiseksi (212) puhekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että määritetään olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi, joka samalla olennaisesti mi-
nimoi koodauksen residuaalivirhetason, ja

15 väliset puhekoodekkimoodin valitsemiseksi (214) puhekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valitta-
van koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikennekanavalla kulloin-
kin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen puhekoodekki, tunnettu siitä, että vasteenä sille, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet, kapasiteetti ja/tai aktiivinen koodekkimoodijoukko muuttuvat,

20 mainitut väliset puhekoodekkimoodin määrittämiseksi (212) ja väliset puhekoodekkimoodin valitsemiseksi (214) on järjestetty sovittamaan puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot vastaamaan uusia tietoliikenneverkon kanavaolosuhteita, kapasiteettia ja/tai aktiivista koodekkimoodijoukkoa.

25 11. Jonkin patenttivaatimuksen 8 – 10 mukainen puhekoodekki, tunnettu siitä, että puhekoodekki on järjestetty

suorittamaan puhekehyselle ainakin osan puhekoodauksen aliprosesseista; ja

30 sovittamaan jokaiselle puhekehyselle puhekoodekkimoodin perustuen mainituista aliprosesseista saataviin parametriarvoihin.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen puhekoodekki, tunnettu siitä, että

puhekoodaus on järjestetty suoritettavaksi ACELP-koodauksena, jolloin puhekoodekki käsittää ainakin jonkin seuraavista:

35

- väliset VAD-parametrisointiprosessin suorittamiseksi (200);
- väliset LPC-parametrisointiprosessin suorittamiseksi (206);

- välineet LTP-parametrisointiprosessin suorittamiseksi (208)
- välineet signaalin vahvistuksen parametrisointiprosessin suorittamiseksi (210).

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen puhekoodekki, t u n n e t t u

5 siitä, että

puhekoodekki on järjestetty suorittamaan puhekoodekkimoodin määritys (212) kaksivaiheisesti, jolloin puhekoodekki käsitteää

välineet alhaisen bittinopeuden puhekoodekkimoodin sovittamiseksi (216) puhekehyselle vasteena sille, että VAD-parametrisointiprosessin tulok-

10 sena saatavat parametriarvot osoittavat puhekehyn käsittävän matalaener-
gistä puhesignaalialia; ja

välineet suuremman bittinopeuden puhekoodekkimoodin sovittamiseksi (218) puhekehyselle perustuen useisiin mainituista parametriarvoista vasteena sille, että puhekehyselle ei ole järjestetty sovitettavaksi alhaisen 15 bittinopeuden puhekoodekkimoodia.

14. Matkaviestin, joka käsitteää vaihtuvanopeuksisen puhekoodekin, joka käsitteää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka puhekoodekki on järjestetty

20 vastaanottamaan tietoliikenneverkosta tiedon tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta;

aktivoimaan ne puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, t u n n e t t u siitä, että puhekoodekki on lisäksi järjestetty

25 koodaamaan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoituilla puhekoodekkimodeilla siten, että puhesignaalien käsitämille puhekehysille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioi-
den koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

30 15. Tietokoneohjelma, joka prosessoriin ladattuna on järjestetty toteuttamaan vaihtuvanopeuksisen puhekoodekin toiminnallisuuksia, joka puhekoodekki käsitteää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka tietokoneohjelma käsitteää

35 ohjelmallisen koodin tiedon vastaanottamiseksi tietoliikenneverkosta, joka tieto määrittää tuettavan aktiivisen koodekkimoodijoukon;

ohjelmallisen koodin niiden puhekoodekkimoodien aktivoimiseksi, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, tunneettu siitä, että tietokoneohjelma käsitää lisäksi

ohjelmallisen koodin puhekoodekkiin syötettävien puhesignaalien 5 koodaamiseksi mainituilla aktivoituilla puhekoodekkimodeilla siten, että pu-
hesignaalien käsitämille puhekehysille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

10 16. Patentivaatimuksen 15 mukainen tietokoneohjelma, tunneettu siitä, että tietokoneohjelma käsitää

ohjelmallisen koodin puhekoodekkimoodin määrittämiseksi (212) puhekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että määritetään olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi, joka 15 samalla olennaisesti minimoi koodauksen residuaalivirhetason, ja

ohjelmallisen koodin puhekoodekkimoodin valitsemiseksi (214) pu-
hekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikennekanavalla 20 kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.

65

(57) Tiivistelmä

Menetelmä ja puhekoodekki vaihtuvanopeuksisen puhekoodeksen suorittamiseksi puhekoodekissa, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimoodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty väli-tettäväksi tietoliikenneverkossa. Tietoliikenneverkosta vastaanotetaan tieto tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta, johon vasteenä ne puhekoodekin tukemat puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, aktivoidaan. Tämän jälkeen puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit kodataan aktivoiduilla puhekoodekkimodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehysille sovitetaan olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioi-den koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

(Fig. 2)

Liite 1:

Liite 2:

```

ACTIVE_SPEECH_MODE_SET = (LOW_MODE, ..., HIGH_MODE)
NUMBER_OF_ACTIVE_SPEECH_MODES = n
LOW_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET(1)
HIGH_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET(n)

IF n is even
    → MIDDLE_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET(n/2)
IF n is odd
    → MIDDLE_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET((n+1)/2)
IF n is 2
    → MIDDLE_MODE = LOW_MODE

/* Used thresholds are adaptive based on background noise and speech power level */
LEVEL_FACTOR = function(speech level)
NOISE_FACTOR = function(noise level)

LOW_GAIN_THRESHOLD = function(LEVEL_FACTOR, NOISE_FACTOR, fixed codebook gain,
ACTIVE_SPEECH_MODE_SET)
HIGH_GAIN_THRESHOLD = function(LEVEL_FACTOR, NOISE_FACTOR, fixed codebook gain,
ACTIVE_SPEECH_MODE_SET)

/* Source adaptation for active speech */
IF mode is not DTX_MODE
    /*Low energy sequence*/
    IF last fixed codebook gain is smaller than LOW_GAIN_THRESHOLD
        → mode is LOW_MODE
    /*Transient*/
    ELSE IF zero cross variation is NONSTATIONARY
        → mode is HIGH_MODE
    /*Voiced with low frequencies*/
    ELSE IF zero cross variation is STATIONARY & last zero cross is LOW
        → mode = MIDDLE_MODE
    /*Voiced*/
    ELSE IF (LOW < last zero cross < HIGH)
        IF last fixed codebook gain is larger than HIGH_GAIN_THRESHOLD
            mode = HIGH_MODE
        ELSE
            mode = MIDDLE_MODE
    /* Unvoiced */
    ELSE IF last zero cross is HIGH
        → mode = HIGH_MODE
    /* Just code... */
    ELSE
        mode = MIDDLE_MODE

```

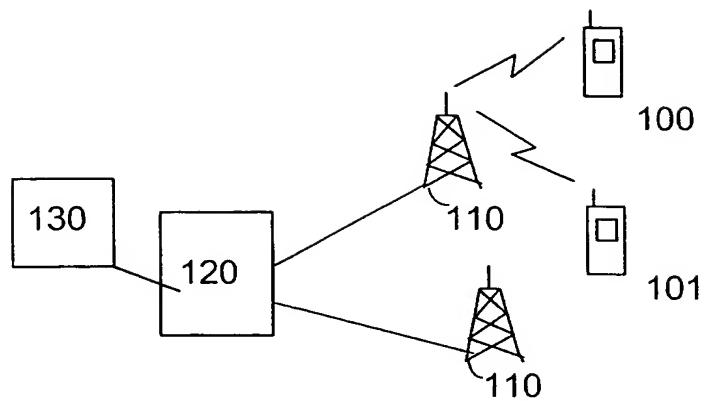


Fig. 1

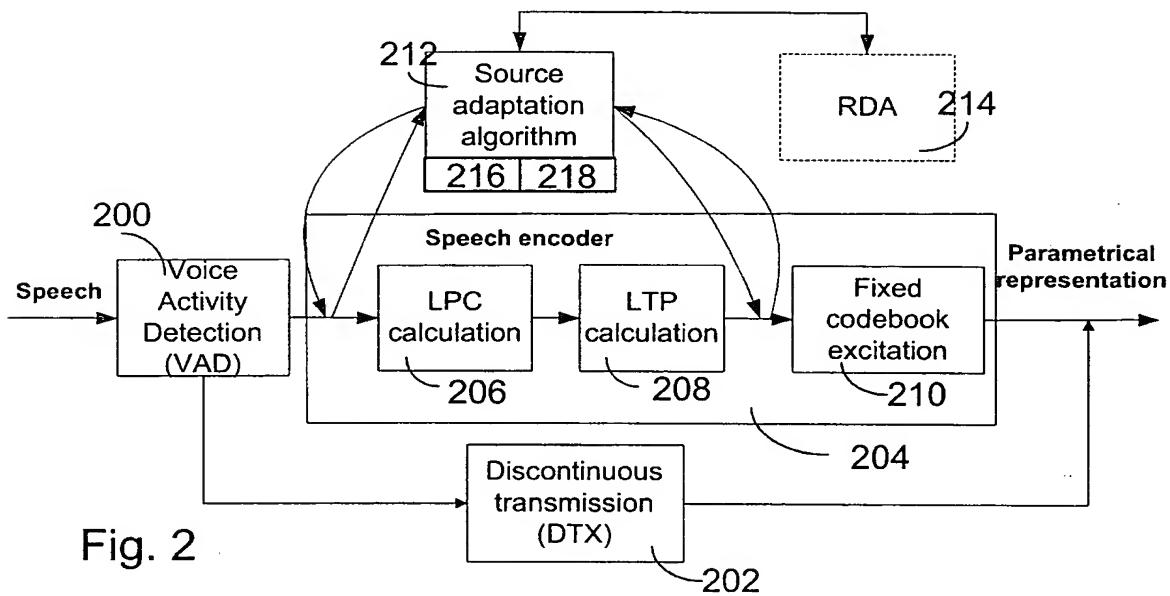


Fig. 2

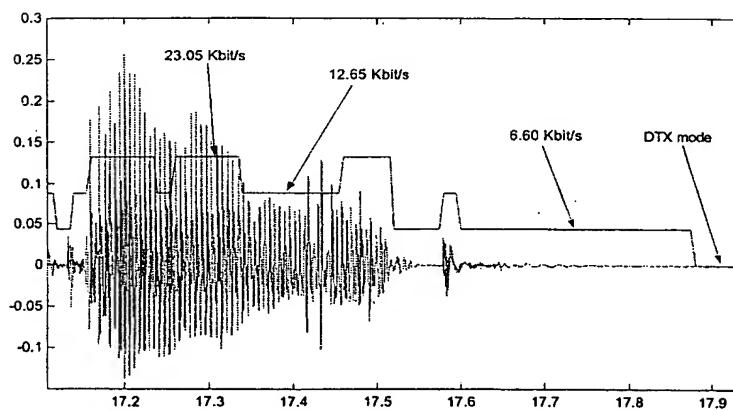


Fig. 3



Creation date: 03-03-2004

Indexing Officer: SASEGED - SEYOUUM ASEGED

Team: OIPEScanning

Dossier: 10628294

Legal Date: 02-25-2004

No.	Doccode	Number of pages
1	PEFR	7
2	LET.	1
3	DRW	17
4	OATH	3

Total number of pages: 28

Remarks:

Order of re-scan issued on